

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI**

**Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

**Ronan Peixoto Gontijo**

**CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE BOVINA  
MATURADA PROVENIENTE DO MÚSCULO *SEMISPINALIS*  
*THORACIS***

**Diamantina**

**2017**



**Ronan Peixoto Gontijo**

**CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE BOVINA  
MATURADA PROVENIENTE DO MÚSCULO *SEMISPINALIS*  
*THORACIS***

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Cleube Andrade Boari  
Coorientador: Dr. Paulo Gustavo Macedo de Almeida Martins

**Diamantina**

**2017**



Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM  
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

G641c      Gontijo, Ronan Peixoto  
              Características de qualidade da carne bovina maturada proveniente  
              do músculo semispinalis thoracis / Ronan Peixoto Gontijo. –  
              Diamantina, 2018.  
              44 p. : il.

Orientador: Cleube Andrade Boari

Coorientador: Paulo Gustavo Macedo de Almeida Martins

Dissertação (Mestrado – Curso de Pós-Graduação em Zootecnia) -  
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. 2017.

**CDD 636.2**

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



RONAN PEIXOTO GONTIJO

**CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE BOVINA MATURADA  
PROVENIENTE DO MÚSCULO *SEMISPINALIS THORACIS***

Dissertação apresentada ao  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM ZOOTECNIA - STRICTO SENSU,  
nível de MESTRADO como parte dos  
requisitos para obtenção do título de  
MAGISTER SCIENTIAE EM  
ZOOTECNIA

Orientador : Prof. Dr. Cleube Andrade  
Boari

Data da aprovação : 30/11/2017



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> CRISTINA MOREIRA BONAFAE - UFVJM



Prof.Dr. PAULO GUSTAVO MACEDO DE ALMEIDA MARTINS - IFNMG



Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> GISELLE PEREIRA CARDOSO - UFVJM



Prof.Dr. CLEUBE ANDRADE BOARI - UFVJM

DIAMANTINA

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a minha família pelo carinho e pela força durante todos estes anos que morei fora por causa da vida acadêmica. Pela paciência nos momentos difíceis e pelo apoio nos momentos de indecisão. Sem vocês este momento nunca iria acontecer!

A minha namorada Cássia que esteve comigo em todos os momentos, pela compreensão e companhia que tornaram este caminho mais leve e agradável. Está vitória também é sua!

Aos meninos da República Botina Furada, Murilo, André e Raul pelas risadas e memoráveis histórias que por mais antigas que sejam trazem sorrisos a quem quer que escute. Aos amigos de outras repúblicas como Pocilga, kabaré, Faixa de Gaza, Caipira e BRS.

Aos amigos da faculdade André, Leandro, Ítalo, Thiago, Jean e a todos os outros que participaram deste trajeto. Se não fosse pela amizade de vocês tudo teria sido muito mais difícil.

A equipe do CTPOA, em especial a Mariana que com tanta paciência e carinho auxiliou nos momentos de análises. Obrigado a todos pelo auxílio.

Aos professores a minha gratidão pelos ensinamentos, conselhos e direcionamento. Em especial para meu orientador Prof. Dr. Cleube A. Boari pelo direcionamento, pelos ensinamentos, pelas ótimas conversas e risadas e também pelo carinho. Obrigado por tudo Grande Mestre!

Aos funcionários e técnicos da UFVJM em especial Talita Andrade, Elisângela Saraiva e Elizzandra Gandini. Agradeço por todo apoio e por toda ajuda para o desenvolvimento desta pesquisa.

A toda a banca examinadora pelas considerações valiosas.

A Deus pela força e iluminação durante todo este percurso.

Com carinho, muito obrigado!



## RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos das técnicas de maturação a vácuo (*wet ageing*) e a seco (*dry-ageing*) nas características de qualidade da carne bovina proveniente do músculo dianteiro *semispinales thoracis* de animais Nelore. Foram processados 40 cortes, com peso após toaleta de aproximadamente 2000g. Estes cortes foram maturados pelas duas técnicas de maturação (embalados em polietileno para técnica a vácuo e sem embalagem para técnica a seco) em câmara fria padrão comercial, com temperatura média de 3°C e umidade relativa do ar média de 69% durante 5 tempos, a saber: 0, 7, 14, 21 e 28 dias. Os cortes maturados pela técnica a seco foram diariamente virados e aspergidos com solução de 2% (v/v) de ácido acético. Os cortes da técnica a vácuo foram aspergidos com a mesma solução e imediatamente embalados a vácuo. Em cada tempo de maturação foram avaliados rendimentos, força de cisalhamento, cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C$  e  $H^\circ$ ), capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção, pH, quantificação superficial de coliformes totais e termotolerantes, assim como os teores de proteína, gordura, massa seca e resíduo mineral fixo. Não foram verificadas diferenças ( $P>0,05$ ) para a força de cisalhamento, perda de peso por cocção, pH, parâmetros microbiológicos e bromatológicos, com o decorrer dos 28 dias de maturação, para ambas as técnicas. Na carne maturada à vácuo foram observados ( $P<0,05$ ) aumento no croma e diminuição na capacidade de retenção de água. A carne maturada a vácuo apresentou os maiores rendimentos totais ( $P<0,05$ ) comparada com a carne maturada a seco. A carne maturada à seco apresentou maior capacidade de retenção de água e menor perda de peso por cocção, em comparação a carne maturada a vácuo. A maturação a seco por 21 dias proporcionou estabilidade da cor sem alterações nos parâmetros físico-químicos e redução na força de cisalhamento da carne proveniente do músculo *semispinalis thoracis*. A maturação a vácuo por 28 dias proporcionou redução da força de cisalhamento da carne proveniente do músculo *semispinalis thoracis*.

Palavras-chave: acém bovino, croma, força de cisalhamento, maturação à vácuo, maturação à seco



## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of vacuum (wet-ageing) and dry-ageing techniques on the quality characteristics of bovine meat from the *semispinales thoracis* muscle of Nellore animals. 40 cuts were processed, with weight after trim of approximately 2000g. These cuts were matured by the two maturation techniques (packed in polyethylene for vacuum technique and without packaging for dry technique) in a commercial standard cold chamber, with a mean temperature of 3°C and a relative humidity of 69% for 5 times, namely: 0, 7, 14, 21 and 28 days. The sections matured by the dry-ageing technique were tacked daily and sprayed with a 2% (v / v) solution of acetic acid. The vacuum technique cuts were sprayed with the same solution and immediately vacuum packed. At each maturation time, yields, shear force, color (L a\* b\* C and H °), water retention capacity, weight loss by cooking, pH, superficial quantification of total and thermotolerant coliforms, the levels of protein, fat, dry matter and fixed mineral residue were evaluated. No differences ( $P > 0.05$ ) were observed for the shear force, weight loss per cooking, pH, microbiological and bromatological parameters, during the 28 days of maturation, for both techniques. In the vacuum packed meat ( $P < 0.05$ ), chroma increase and decrease in water retention capacity were observed. The vacuum packed meat had the highest total yields ( $P < 0.05$ ) compared to dry-aged meat. Dry-aged meat had a higher water retention capacity and less weight loss per cooking compared to vacuum packed meat. Dry maturation for 21 days provided color stability without changes in the physical-chemical parameters and reduction in the shear force of the meat from the *semispinalis thoracis* muscle. The 28-day vacuum maturation provided a reduction in the shear force of meat from the *semispinalis thoracis* muscle.

Key-words: chroma, chuck roll, dry-ageing, shear force, wet-ageing

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>9</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 MATURAÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 MACIEZ E SABOR.....</b>	<b>12</b>
<b>2.3 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.4 PERDAS DE PESO POR COCCÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.5 PH E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL .....</b>	<b>14</b>
<b>2.6 COR E TEXTURA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.7 ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS .....</b>	<b>18</b>
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>24</b>
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>30</b>
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>42</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Técnicas de maturação de cortes cárneos são comumente utilizadas pela indústria frigorífica para aprimorar as características sensoriais da carne e, também, para agregar valor aos produtos. A maturação é realizada com o objetivo principal de tornar a carne mais macia, o que naturalmente pode acontecer na decorrência de processos bioquímicos intrínsecos que acontecem nos miócitos após o abate dos animais. O tipo de técnica mais utilizada é a maturação a vácuo (*wet-ageing*). Para tal, o corte cárneo é embalado à vácuo em películas de polietileno e estocado em condições de refrigeração, por tempos variáveis. Outra técnica, menos comum e mais direcionada a produção de iguaria, é descrita por maturação a seco (*dry-ageing*). Usualmente, para a aplicação desta técnica, o corte cárneo não embalado é estocado em câmaras com controle de temperatura e de umidade relativa do ar. Por não utilizar embalagem, as condições de manipulação e armazenamento devem ser rigorosamente controladas a fim de manter a sua qualidade e segurança microbiológica.

A maturação a seco, além de proporcionar maior maciez para a carne, proporciona sabores e aromas diferenciados, quando comparada à maturação a vácuo. Isto se deve ao fato de que a dessecação do corte, decorrente da perda de umidade da carne para o ar frio da câmara, ocasiona a concentração de compostos formadores de flavour, tornando-os sensorialmente mais impactantes. Além da intensificação do flavour, a suculência da carne maturada a seco é superior. A dessecação promove concentração de lipídeos os quais, somados à água liberada pela proteólise enzimática (redução na atração entre água e proteína por cargas elétricas), em maior quantidade de fluidos desprendidos nos primeiros momentos da mastigação. A técnica a seco possui aspecto negativo em relação ao rendimento total do corte cárneo. Em comparação à maturação a vácuo, o rendimento do produto maturado a seco é menor, pois a dessecação do corte resulta em menor peso ao final do processo de maturação. A carne maturada a seco, ao fim do processo, naturalmente apresenta uma casca, ou crosta, desidratada, a qual deverá ser removida durante o preparo para o consumo.

Geralmente são maturados cortes nobres da carcaça bovina, especialmente aqueles obtidos de músculos dorso-lombares e do quarto traseiro. Isto ocorre devido à premissa de que o aprimoramento das características de qualidade e sensoriais da carne, por uso de técnicas relativamente onerosas se torna mais viável quando são utilizados cortes mais macios e mais apreciados pelo consumidor. Entretanto, cortes cárneos provenientes de outras regiões anatômicas da carcaça apresentam potencial para maturação e também podem proporcionar bons produtos.

Embora haja muitos artigos na literatura especializada provenientes de pesquisas com a maturação de carnes, a grande maioria relatou a aplicação da técnica de maturação a vácuo e a utilização de carne proveniente de músculos das regiões dorsal (*longissimus*) e traseira da carcaça bovina. Em pesquisa as bases de artigos indexados não foram encontrados trabalhos com a maturação de músculos da região dianteira da carcaça bovina. É importante estudar o efeito da maturação também dos cortes proeminentes do dianteiro já que há particularidades quanto à fisiologia e metabolismo dos miócitos dos músculos desta região. Além de prover a literatura científica com estas informações, pesquisar a maturação de cortes dianteiros possibilita o desenvolvimento de novos produtos da carcaça bovina e, por consequência, podem contribuir com sua agregação de valor.

Considerando-se o exposto, esta pesquisa foi conduzida com o objetivo de se avaliar a influencia da maturação nas características de qualidade da carne bovina proveniente do músculo *semispinalis thoracis* pelas técnicas a vácuo e a seco, assim como comparar as características da carne maturada entre as diferentes técnicas de maturação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 MATURAÇÃO

A maturação da carne é rotineiramente realizada, em âmbito comercial, com fins de se aprimorar as características sensoriais do corte, especialmente a sua maciez, sabor, aroma e suculência (ANDRIGHETTO *et al.*, 2006; PARRISH *et al.*, 1991). Atualmente há duas técnicas de maturação, sendo uma realizada com embalagem do corte a vácuo (*wet-ageing*) e outra a seco e sem embalagem, denominada por *dry-ageing* (CAMPBELL *et al.*, 2001).

A técnica a vácuo requer refrigeração do corte embalado em películas, as quais reduzem os riscos de contaminação cruzada durante a maturação, facilitam o manuseio do produto e contribuem para melhor qualidade microbiológica, pois proporcionam ambiente microaerófilo, desfavorecendo a multiplicação da microbiota aeróbica deterioradora (CAMPBELL *et al.*, 2001). Ao contrário disto, na técnica a seco a carne não é embalada, sendo diretamente expostas às condições ambientais da câmara de maturação. Portanto, deve haver controle da umidade relativa do ar e da temperatura da câmara, para se garantir a qualidade e segurança do produto e, também, o desenvolvimento de sabor, aroma e textura característicos (LI *et al.*, 2013; PARRISH *et al.*, 1991; WARREN e KASTNER., 1992).

Há variação quanto à temperatura e a umidade relativa do ar selecionada para a produção da carne maturada a seco. Em consulta à literatura indexada foi observada variação de 49% a 98% na umidade relativa do ar e de 1°C a 4°C na temperatura da câmara utilizada para a maturação deste produto (WARREN e KASTNER, 1992; LI *et al.*, 2013; KIM *et al.*, 2017; SMITH *et al.*, 2014; OBUZ *et al.*, 2014; KIM *et al.*, 2016). Além destes dois parâmetros, observou-se variação na velocidade do ar da câmara, com variações de 0,2 m/s a 1,5 m/s (KIM *et al.*, 2016; KIM *et al.*, 2017). Observou-se, também, variação no tempo utilizado para a maturação. Laster *et al.* (2008) utilizaram até 35 dias de maturação. Degeer *et al.* (2009) testaram tempos de até 28 dias. Iida *et al.* (2016) observaram melhores resultados para sabor e maciez com o tempo de 40 dias de maturação.

É natural que haja perda de peso do corte cárneo com a maturação a seco. Isto se deve ao fato de que, por não ser embalada, a carne perde umidade, especialmente na superfície do corte, para o ar seco e frio da câmara de maturação. Decorrente deste processo de dessecação há a formação de um tipo de crosta, ou casca, na superfície do corte (SMITH *et al.*, 2014). A formação desta crosta implica em perdas, pois, por não ser apetecível, deve ser

extraída. Na literatura, foram relatadas perdas de peso pela extração da crosta (*cut-loss*) de 7% a 30% e perda de peso por desidratação, variando de 10% a 15% em relação ao peso inicial da peça maturada (LI *et al.*, 2013, 2014; OBUZ *et al.*, 2014; SMITH *et al.*, 2014). Estas variações são dependentes do tempo de maturação utilizado, da umidade relativa do ar e da temperatura da câmara fria. Somados, os impactos com a extração da crosta (*cut-loss*) e com a desidratação da peça resultaram em perdas totais dentre 47% a 65%, em relação ao peso inicial do corte (LI *et al.*, 2013, 2014; OBUZ *et al.*, 2014; SMITH *et al.*, 2014).

## 2.2 MACIEZ E SABOR

A maturação resulta no aprimoramento do sabor, do aroma e da maciez da carne (SITZ *et al.*, 2014). Iida *et al.* (2016) relataram que o amaciamento da carne maturada pela técnica a seco aconteceu devido à proteólise de proteínas das linhas Z, nos sarcômeros das miofibrilas.

As principais proteases envolvidas no amaciamento da carne são as calpaínas. A atividade destas enzimas é dependente das concentrações de cálcio no sarcoplasma dos miócitos. Até o presente momento, as calpaínas são classificadas em  $\mu$ -calpaína, m-calpaína e calpaína 3 (calpaína músculo esquelético específica) (KOOHMARAIIE e GEESINK., 2006). Destas três a  $\mu$ -calpaína tem atividade mais relevante para o amaciamento da carne. Sua biossíntese, em bovinos, é codificada pelo gene *CAPN1* (KEMP *et al.*, 2010).

As calpaínas não hidrolisam actina e miosina e, por isto promovem o amaciamento sem interferir na estrutura do corte cárneo e nas suas características de qualidade (ANDRIGHETTO *et al.*, 2006). Proteínas intermiofibrilares (desmina e vinculina) e intramiofibrilares (titina e nebulina) são hidrolisadas por calpaínas e, desta forma, não mais exercem a sua função na integridade miofibrilar e na manutenção da força de contração formada durante a instauração do *rigor mortis* (complexo irreversível actomiosina), resultando em amaciamento da carne (GUDJÓNSDÓTTIR *et al.*, 2015). De acordo com Kemp *et al.* (2010), as caspases são outras enzimas também importantes no amaciamento da carne, pois hidrolisam proteínas estruturais, especialmente em condição de hipóxia celular.

Vários autores relataram redução na força de cisalhamento da carne maturada, com o passar do tempo, tanto pela técnica a vácuo quanto pela técnica a seco. Campbell *et al.* (2001) verificaram que valores significativamente menores na força de cisalhamento da carne aos 21 dias de maturação a seco.



LEPPER-BLILIE *et al.* (2016), SITZ *et al.* (2014) e SMITH *et al.* (2008) avaliaram os parâmetros físico-químicos e sensoriais de cortes cárneos provenientes do dorso e do quarto traseiro bovino submetidos a ambas técnicas de maturação e relataram não ter havido diferença na força de cisalhamento dos cortes.

Com relação ao sabor, Koutsidis *et al.* (2008) relataram que, no decorrer do tempo de maturação, houve aumento no teor de aminoácidos livres, os quais são importantes formadores de sabor, especialmente umami e amanteigado. Feidt *et al.* (1996) também relataram que aminoácidos livres foram formados pela hidrólise do colágeno, por atividade de catepsinas, calpaínas e metaloproteases. A atividade de aminopeptidases também concorre para o aumento na quantidade de aminoácidos livre na carne (IIDA *et al.*, 2016).

O sabor umami é proporcionado pelo ácido glutâmico, pelo 5'-inosina monofosfato (5'-IMP) e pelo ácido aspártico (IIDA *et al.*, 2016). Iida *et al.* (2016) verificaram sabor umami mais pronunciado nos dias 4 e 40 de maturação a seco o qual foi associado a 5'-IMP no tempo aos 4 dias e ao ácido glutâmico aos 40 dias.

Campbell *et al.* (2001) observaram sabor mais acentuados a partir do 14º dia de maturação a seco. Relataram, também, a importância do contato entre a carne e o ar da câmara de maturação para a formação de sabor. Dentre variações no sabor, estes autores observaram a intensificação do sabor “bife assado” e a diminuição dos sabores de sangue, soro e metálico com o passar do tempo de maturação.

Lepper-Blilie *et al.* (2016) observaram sabor mais acentuado aos 42 e 49 dias no lombo bovino maturado pela técnica a seco. Estes autores também observaram sabor mais pronunciado na carne maturada pela técnica a seco do que na carne maturada a vácuo. King *et al.* (1995) verificaram que a carne maturada a seco e a carne maturada a vácuo apresentaram sabores diferentes. Conforme estes autores, a carne maturada a seco apresentou maior concentração de compostos ésteres e a carne maturada a vácuo apresentou maiores concentrações de ácidos. Warren *et al.* (1992) também verificaram diferença no sabor da carne maturada por estas técnicas. Eles observaram sabor acentuado de carne assada (*roasted beef*) na carne maturada a seco e sabores de sangue, soro, metálico e azedo mais acentuado na carne maturada a vácuo.

## 2.3 CAPACIDADE DE RETENÇÃO DE ÁGUA

A capacidade de um corte cárneo em reter a sua própria água é um parâmetro importante denominado capacidade de retenção de água ou CRA (PEARCE *et al.*, 2011). O

processamento de cortes cárneos e seus rendimentos podem ser negativamente afetados quando há baixa (perdas por gotejamento) ou elevada capacidade de retenção de água (DFD). (SAVAGE *et al.*, 1990). Alguns consumidores repudiam carnes com baixa capacidade de retenção de água, a qual afeta os aspectos sensoriais do corte, especialmente sua aparência, e também os rendimentos de preparo (KIM *et al.*, 2017; PEARCE *et al.*, 2011). Mungure *et al.* (2016) observaram redução na capacidade de retenção de água e aumento na perda por gotejamento com o passar do tempo de maturação pela técnica a vácuo, fato que atribuíram à desnaturação das proteínas musculares e à redução em sua capacidade de reter água. Por outro lado Modzelewska-Kapitula *et al.* (2015) relataram que a degradação das proteínas do citoesqueleto previne que o encolhimento miofibrilar exerça força de expulsão da água no interior do miócito. Utilizando técnica de maturação a vácuo, por 20 dias, de carne proveniente do músculo bovino *infraspinatus*, Modzelewska-Kapitula *et al.* (2015) relataram não ter havido variação significativa na capacidade de retenção de água da carne (77,31% e 76,52% no primeiro e no vigésimo dia, respectivamente). Empregando esta mesma técnica Marino *et al.* (2014) observaram diminuição nos valores da capacidade de retenção de água aos 21 dias. Kim *et al.* (2017), após maturar cortes bovinos (*longissimus lumborum*) pela técnica a seco por 17 dias e pela técnica combinada de maturação a seco por 10 dias e a vácuo por 7 dias, observaram redução na capacidade de retenção de água.

## 2.4 PERDAS DE PESO POR COCÇÃO

Perdas de peso durante o cozimento são decorrentes da desnaturação térmica das proteínas miofibrilares, especialmente actina e miosina, as quais perdem capacidade de reter água. Pearce *et al.* (2011) observaram que as perdas de peso por cocção podem variar entre 15% e 35%. Mungure *et al.* (2016) observaram aumento nas perdas de peso por cocção em carnes maturadas por mais tempo, as quais foram atribuídas à maior intensidade da desnaturação proteica miofibrilar devido à atividade de proteases endógenas. Para este parâmetro de qualidade, Kim *et al.* (2017), Stenström *et al.* (2014) e Dikeman *et al.* (2013) não observaram diferenças (médias de 25%, 30% e 20% respectivamente) entre as técnicas de maturação a vácuo e a seco em cortes cárneos provenientes dos músculos *longissimus lumborum* e *longissimus thoracis*. Ahnstrom *et al.* (2006) e Hou *et al.* (2014) não encontraram relação entre a perda de peso por cocção e o tempo de maturação da carne proveniente dos músculos *longissimus lumborum* e *longissimus dorsi* pela técnica de maturação a seco.

## 2.5 PH E COMPOSIÇÃO CENTESIMAL

Vários fatores estressantes são relacionados ao consumo pré-abate de glicogênio muscular interferindo no pH final da carne bovina. Dentre estes, menciona-se jejum alimentar prolongado, o transporte dos animais até o abatedouro, fatores climáticos e mistura de lotes (SILVA *et al.*, 1999). Valores de pH final acima de 5,7 podem repercutir em alterações indesejadas na cor, no sabor, na qualidade e segurança microbiológica do corte, em sua capacidade de retenção de água e na maciez (SILVA *et al.*, 1999).

Comparando-se os valores de pH final da carne maturada pelas técnicas a vácuo e a seco, foram encontrados relatos na literatura de diferenças não significativas entre ambos os métodos (AHNSTROM *et al.*, 2006; COLLE *et al.*, 2015; DEGEER *et al.*, 2009; KIM *et al.*, 2016, 2017; LI *et al.*, 2013; PARRISH *et al.*, 1991; STENSTRÖM *et al.*, 2014).

A maturação a seco pode ocasionar alterações na composição centesimal da carne, especialmente no teor de umidade, proteína e gordura. A umidade pode ser o parâmetro mais influenciado por essa técnica de maturação, sendo possivelmente reduzida por evaporação, durante o tempo de maturação (GUDJÓNSDÓTTIR *et al.*, 2015; JUÁREZ *et al.*, 2011; SMITH *et al.*, 2014). Os teores de proteína e de gordura podem ser maiores na medida em que há perda de umidade, uma vez que estes parâmetros passam a representar maior parte em um todo (DIKEMAN *et al.*, 2013; JUÁREZ *et al.*, 2011).

## 2.6 COR E TEXTURA

A quantidade e o estado em que a mioglobina se encontra em determinado músculo estão relacionadas com a coloração do corte cárneo (MARINO *et al.*, 2014). A taxa de consumo de oxigênio, concentração/oxidação de mioglobina e a profundidade de penetração do oxigênio são parâmetros relacionados à descoloração da carne (MCKENNA *et al.*, 2005). Um fator determinante na descoloração da carne é a taxa de oxidação da mioglobina resultando na formação de oximioglobina que é influenciada pelo pH, pressão parcial de oxigênio e temperatura da carne (FAUSTMAN *et al.*, 2010; PASSETTI *et al.*, 2016).

A mioglobina encontra-se na forma de desoximioglobina em condição de baixa pressão de oxigênio. Em contato com oxigênio, pode se alterar para oximioglobina (coloração vermelho cereja brilhante e ligação com oxigênio sem mudança na valência do  $\text{Fe}^{2+}$ ) ou metamioglobina (coloração marrom e estado férrico  $\text{Fe}^{3+}$ ); (PASSETTI *et al.*, 2016). Além do estado da mioglobina, as condições físicas da carne podem alterar a sua coloração. Mungure

*et al.* (2016), utilizando carne proveniente do músculo *semimembranosus* maturadas a vácuo, relataram que a reduzida capacidade de retenção de água ocasiona aumento da luminosidade ( $L^*$ ). Elevada luminosidade pode ser observada quando a concentração de água na superfície do corte for alta, o que implicará em maior reflexão da luz, a qual, uma vez refletida, não interagirá com pigmentos cromogênicos da carne, especialmente mioglobina, ocasionando menor intensidade de cores (DIKEMAN *et al.*, 2013). Além da refletância luminosa, a baixa capacidade de retenção de água pode causar descoloração, decorrente da lixiviação de pigmentos cromogênicos da superfície do corte durante gotejamento (JOO *et al.*, 1995). Li *et al.* (2013) não observaram diferenças significativas na cor da carne maturada pelas técnicas a vácuo e a seco provenientes do músculo *gluteus medius*.

A coloração do corte cárneo pode variar de acordo com o tipo de músculo utilizado, especialmente por causa do seu teor de mioglobina, que é relacionada com as demandas de atividade contrátil (JOO *et al.*, 2013). O tipo I de fibra muscular (contração lenta) possui maior concentração de mioglobina devido à estocagem e entrega de oxigênio ao músculo. Esse tipo de fibra geralmente compõe músculos com maior atividade contrátil, como aqueles das regiões locomotoras (músculos do dianteiro bovino). A descoloração é mais intensa em músculos com maior presença de fibras do tipo I devido ao consumo de oxigênio ser mais elevado (JEONG *et al.*, 2009). Em músculos com maior presença de fibras do tipo II (contração rápida) há rápido declínio do pH na conversão do músculo em carne no período *pos mortem* devido a este tipo de fibra ser caracterizado pela rápida quebra da glicose e formação de lactato (JOO *et al.*, 2013; LEFAUCHEUR *et al.*, 2010). A utilização das vias metabólicas da glicose é uma das maneiras de diferenciar as fibras da carne. As fibras estão sujeitas a duas grandes vias de regeneração do ATP; a via aeróbica que consiste na oxidação de substratos por meio mitocondrial com alto consumo de oxigênio, e a via anaeróbica, que consome rapidamente o glicogênio estocado sem a utilização de oxigênio que resulta na formação de lactato (LEFAUCHEUR *et al.*, 2010). De acordo com Ashmore e Doerr (1971) e Peter *et al.* (1972), a tipificação das fibras em oxidativas, oxidativas-glicolíticas e glicolíticas são relacionadas as vias metabólicas citadas acima. Em fibras de rápida contração do tipo glicolítica, a relação entre calpaína/calpastatina é alta e esta relação está ligada a um desenvolvimento mais adequado da maturação (OUALI e TALMANT, 1990). Músculos mais internos relacionados à sustentação são de forma geral constituídos de fibras do tipo I oxidativas quando comparados aos músculos mais próximos do exterior, mas não é regra geral (ROSSER *et al.*, 1992). Desta maneira, é visível que a taxa de maturação é influenciada pelo tipo de fibra muscular associado ao musculo utilizado (LEFAUCHEUR *et al.*, 2010). Os

músculos se diferem quanto às características sensoriais e deve ser destacado que as proporções de tecidos nervosos, epiteliais, adiposo, etc. variam de músculo para músculo como, por exemplo, o montante de tecido conectivo que é um dos principais fatores de diminuição da qualidade de um corte (JEREMIAH *et al.*, 2003; JOO *et al.*, 2013). O sabor da carne maturada pode ser influenciado pela morfologia do corte cárneo, sendo que cortes que possuem o interior geométrico próximo à superfície podem estar sujeitos ao desenvolvimento de sabor desagradável devido a fatores como desidratação e facilidade de contato com microrganismos (SMITH *et al.*, 2014). A presença de osso no corte cárneo é associada à diminuição do desenvolvimento do sabor pelo processo de maturação a seco, sendo o motivo relacionado à limitação na perda de água que consequentemente “concentraria” componentes responsáveis pelo aroma/sabor (DEGEER *et al.*, 2009). Hildrum *et al.* (2009) avaliou diferentes músculos bovinos quanto à resposta sensorial e observou que os músculos do quarto dianteiro apresentaram preferência para os parâmetros de maciez e suculência quando comparadas à carnes obtidas do músculo traseiro.

Conforme Joo *et al.* (2013), os principais parâmetros sensoriais que influenciam na aceitação da carne pelo consumidor são a maciez, o sabor e a suculência. Na literatura, são encontradas comparações conflitantes entre a análise sensorial da carne maturada a seco e da carne a vácuo. Obuz *et al.* (2014) observaram maior maciez na carne maturada a vácuo comparada a carne maturada a seco. Ao contrário disto, Li *et al.* (2013), Stenstrom *et al.* (2014) e Mungure *et al.* (2016) observaram maior maciez na carne maturada a seco, a qual também foi considerada como mais saborosa.

De acordo com Campbell *et al.* (2001), a suculência corresponde à quantidade de fluídos desprendidos da carne durante a primeira e a segunda mastigadas. Conforme estes autores, maior suculência pode ser proporcionada pela redução na capacidade de retenção de água das proteínas miofibrilares. Desta forma, haverá maior desprendimento de fluidos durante mastigação. A suculência também pode ser proporcionada pela gordura da carne, o qual pode ser maior na medida em que a peça perde água.

Smith *et al.* (2008) observaram maior suculência e maior sabor em lombos bovinos maturados por 21 dias, independente de terem sido maturados pela técnica a vácuo ou a seco. Stenstrom *et al.* (2014) também não verificaram diferença entre a suculência da carne a vácuo e a seco. Colle *et al.* (2015) observaram dados contrários entre força de cisalhamento e maciez sensorial, visto que o painel sensorial avaliou carnes como macias quando a força de cisalhamento não apresentou diferença com o grupo controle. Alguns autores não relataram diferenças sensoriais para nenhum dos parâmetros citados acima em cortes cárneos

processados por diferentes tipos de maturação (DIKEMAN *et al.*, 2013; LASTER *et al.*, 2008; SMITH *et al.*, 2008).

## 2.7 ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS

Devido à preocupação com as condições microbiológicas das carcaças e dos cortes cárneos, em várias pesquisas foram abordadas técnicas e procedimentos aplicados com a finalidade de se reduzir a carga contaminante na carcaça (FONTOURA *et al.*, 2010; LORETZ *et al.*, 2011; SOARES *et al.*, 2016).

A refrigeração é mais eficiente para controlar o desenvolvimento de microrganismos mesófilos. Nesta condição, a segurança e a deterioração da carne podem ser microbiologicamente influenciadas pelo desenvolvimento de microrganismos psicrotróficos (VASCONCELOS *et al.*, 2002).

Fontoura *et al.* (2010) avaliaram a influência da lavagem das carcaças com água a 38°C e do resfriamento (24h/0°C) sobre o desenvolvimento da microbiota superficial de carcaças bovinas. Estes autores observaram redução no desenvolvimento de microrganismos psicrotróficos e mesófilos. Ainda conforme estes autores foram observadas densidades populacionais de  $1,3 \times 10$  UFC/cm<sup>2</sup> de microrganismos aeróbios mesófilos e de  $1,6 \times 10^2$  UFC/cm<sup>2</sup> de microrganismos psicrotróficos, sendo estes valores inferiores aos valores considerados como crítico ao início da deterioração microbiana ( $10^6$  UFC/cm<sup>2</sup>).

Soluções de ácido acético e ácido láctico são comumente aspergidas, em abatedouros e frigoríficos, durante o resfriamento das carcaças (BERRY e CUTTER, 2000). Goddard *et al.* (1996) testaram os efeitos bactericidas de soluções de ácido láctico 2% (v/v) e ácido acético 2% (v/v) na densidade microbiológica de lombos bovinos maturados a vácuo por 112 dias, em temperatura de -1°C. Os autores observaram redução significativa nas densidades populacionais de microrganismos aeróbios, anaeróbios, produtores de ácido láctico e psicrotróficos.

Microrganismos dos gêneros *Escherichia*, *Salmonella* e *Staphylococcus*, são associados a casos e surtos de doenças veiculadas pela carne (LUNDGREN *et al.*, 2009). Soares *et al.* (2016) observaram que a imersão de bifés de coxão mole bovino, estocados sem embalagem, em solução de ácido láctico 1% (v/v) e de lactato de sódio 3% (p/v), por 5 minutos, inibiu o desenvolvimento de coliformes totais e termotolereantes por período de 9 dias. Vasconcelos *et al.* (2002) relataram que a aplicação de solução de ácido acético 1% (v/v) na carne ovina maturada a vácuo foi suficiente para manter o controle do desenvolvimento de

microrganismos mesófilos por 23 dias, havendo, posteriormente, decréscimo no efeito inibitório da solução tempo-dependente. Bauermeister *et al.* (2008) observaram elevada eficácia da aplicação de solução de água resfriada com 0,02% (v/v) de ácido peracético na diminuição da sobrevivência de *Salmonella typhimurium* e *Campylobacter jejuni* em carcaças de aves.

Poucos relatos foram encontrados na literatura especializada a respeito de microbiologia de carnes maturadas pela técnica a seco. Dentre estes, Campbell *et al.* (2001) observaram maiores densidades populacionais de microrganismos aeróbios mesófilos (média de  $3,3 \log^{10}$ ;  $3,9 \log^{10}$ ;  $3,3 \log^{10}$  para os dias 7, 14 e 21 respectivamente) em carnes provenientes do músculo *longissimus lumborum* maturadas pela técnica a seco quando comparadas às carnes maturadas pela técnica a seco e depois estocadas a vácuo. Estes pesquisadores não observaram aumento nas densidades populacionais daqueles microrganismos com o decorrer do tempo de maturação o que pode ter sido proporcionado pela baixa atividade de água da crosta que se forma na carne maturado pela técnica a seco, somado ao efeito bacteriostático das baixas temperaturas de maturação.

### 3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHNSTRÖM, M. *et al.* Dry aging of beef in a bag highly permeable to water vapour. **Meat Science** v.73, p. 674-679, 2006.
- ANDRIGHETTO, C. *et al.* Maturação da carne bovina. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v:7, n.06, Junho/2006
- ASHMORE, C. R. & DOERR, L. Comparative Aspects of Muscle Fiber Type in Different Species. **Experimental neurology**, v.31, p. 408-418, 1971.
- BAUERMEISTER, L. *et al.* The microbial and quality properties of poultry carcasses treated with peracetic acid as na antimicrobia treatment. **Poultry Science**, issue 11, v.87, p. 2390-2398, 2008.
- BERRY, D. & CUTTER, C. N. Effects of Acid Adaptation of *Escherichia coli* O157:H7 on Efficacy of Acetic Acid Spray Washes To Decontaminate Beef Carcass Tissue. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 66, n. 4, p. 1493-1498, Abril/2000.
- CAMPBELL, R. E.; HUNT, M. C.; LEVIS, P. *et al.* Dry-aging effects on palatability of beef longissimus muscle. **Journal of Food Science**, v. 66, n. 2, p. 196-199, 2001.
- COLLE, M. J. *et al.* Influence of extended aging on beef quality characteristics and sensory perception of steaks from the gluteus medius and longissimus lumborum. **Meat Science**, v.110, p.32-39, 2015.
- DEGEER, S. L. *et al.* Effects of dry aging of bone-in and boneless strip loins using two aging processesfor two aging times. **Meat Science**, v.83, p.768-774, 2009.
- DIKEMAN, M. *et al.* Effects of dry, vacuum, and special bag aging; USDA quality grade; and end-point temperature on yields and eating quality of beef Longissimus lumborum steaks. **Meat Science**, v.94, p.228-233, 2013.
- FAUSTMAN, C.; SUN, Q.; MANCINI, R. *et al.* Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. **Meat Science**, v. 86, p. 86-94, 2010.
- FEIDT, C.; PETIT, A.; BRUAS-REIGNIER, F. *et al.* Release of Free Amino-acids During Ageing in Bovine Meat. **Meat Science**, v. 44, n. 1-2, p. 19-25, 1996.
- FONTOURA, C. L.; ROSSI JÚNIOR, O. D.; MARTINELI, T. M. *et al.* Estudo microbiológico em carcaças bovinas e influência da Refrigeração sobre a microbiota contaminante. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 2, p. 189-193, Abril/Junho/2010.
- GODDARD, B. L.; MIKEL, W. B.; CONNER, D. E. *et al.* Use of Organic Acids To Improve the Chemical, Physical, and Microbial Attributes of Beef Strip Loins Stored at -1°C for 112 Days. **Journal of Food Protection**, v. 59, n. 8, p. 849-853, 1996.



GUDJÓNSDÓTTIR, M. *et al.* Effects of electrospun chitosan wrapping for dry-ageing of beef, as studied by microbiological, physicochemical and low-field nuclear magnetic resonance analysis. **Food Chemistry**, v.184, p.167-175, 2015.

HILDRUM, K. I.; RODBOTTEN, R.; HOY, M. *et al.* Classification of different bovine muscles according to sensory characteristics and Warner Bratzler shear force. **Meat Science**, v. 83, n. 1-2, p. 302-307, 2009.

HOU, X. *et al.* Effect of suspension method and aging time on meat quality of Chinese fattened cattle M. Longissimus dorsi. **Meat Science**, v.96, p.640-645, 2014.

IIDA, F. *et al.* Changes in taste compounds, breaking properties, and sensory attributes during dry aging of beef from Japanese black cattle. **Meat Science**, v.112, p.46-51, 2016.

JEONG, J. Y.; HUR, S. J.; YANG, H. S. *et al.* Discoloration Characteristics of 3 Major Muscles From Cattle During Cold Storage. **Food Chemistry**, v.74, n. 1, p. c1-c5, 2009.

JEREMIAH, L. E.; GIBSON, L. L.; AALHUS, J. L. *et al.* Assessment of palatability attributes of the major beef muscles. **Meat Science**, v. 65, p. 949-958, 2003.

JOO, S. T.; KIM, G. D.; HWANG, Y. H. *et al.* Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, v. 95, p. 828-836, 2013.

JOO, S. T.; KAUFFMAN, R. G.; KIM, B. C. *et al.* The relationship between color and water-holding capacity in postrigor porcine longissimus muscle. **Journal of Muscle Foods**, v. 6, p. 211-226, 1995.

JUÁREZ, M. *et al.* Effects of dry-ageing on pork quality characteristics in different genotypes. **Meat Science**, v.88, p.117-121, 2011.

KEMP, C. M. *et al.* Tenderness – An enzymatic view. **Meat Science**, v.84, p-248-256, 2010.

KIM, Y. H. B.; KEMP, R.; SAMUELSSON, L. M. Effects of dry-aging on meat quality attributes and metabolite profiles of beef loins. **Meat Science**, v. 111, p. 168-176, 2016.

KIM, Y. H. B.; MEYERS, B.; KIM, H. *et al.* Effects of stepwise dry/wet-aging and freezing on meat quality of beef loins. **Meat Science**, v. 123, p. 57-63, 2017.

KING, M.; MATTHEWS, M. A.; RULE, D. C. *et al.* Effect of Beef Packaging Method on Volatile Compounds Developed by Oven Roasting or Microwave Cooking. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 43, p. 773-778, 1995.

KOOHMARAIE, M. & GEESINK, G. H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. **Meat Science**, v. 74, p. 34-43, 2006.

KOUTSIDIS, G. *et al.* Water-soluble precursors of beef flavour. Part II: Effect of post-mortem conditioning. **Meat Science**, v.79, p. 270-277, 2008.

LASTER, M. A. *et al.* Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer sensory attribute evaluations of steaks from ribeyes, strip loins, and top sirloins from two quality grade groups. **Meat Science**, v.80, p.795-804, 2008.

LEFAUCHEUR, L. A second look into fibre typing – Relation to meat quality. **Meat Science**, v. 84, p. 257-270, 2010.

LEPPER-BLILIE, A. N. *et al.* Effects of post-mortem aging time and type of aging on palatability of low marbled beef loins. **Meat Science**, v.112, p.63-68, 2016.

LI, X. *et al.* Meat quality, microbiological status and consumer preference of beef gluteus medius aged in a dry ageing bag or vacuum. **Meat Science**, v.95, p.229-234, 2013.

LI, X. *et al.* A comparative study of beef quality after ageing longissimus muscle using a dry ageing bag, traditional dry ageing or vacuum package ageing. **Meat Science**, v. 97, p. 433-442, 2014.

LORETZ, M.Ç.; STEPHAN, R.; ZWEIFEL, C. Antibacterial activity of decontamination treatments for cattle hides and beef carcasses. **Meat Science**, v. 22, p. 347-359, 2011.

LUNDGREN, P. U. *et al.* Perfil da qualidade higiênico-sanitária da carne bovina comercializadas em feiras livres e mercados públicos de João Pessoa/PB – Brasil. **Alimentos e Nutrição**, v.20, n.1, p.113-119, jan/mar. 2009.

MARINO, R. *et al.* Changes in meat quality traits and sarcoplasmic proteins during aging in three different cattle breeds. **Meat Science**, v. 98, p. 178-186, Outubro/2014.

MCKENNA, D. R. *et al.* Biochemical and physical factors affecting discoloration characteristics of 19 bovine muscles. **Meat Science**, v. 70, p. 665-682, 2005.

MODZELEWSKA-KAPITULA, M. *et al.* Water holding capacity and collagen profile of bovine m. -infraspinatus during postmortem ageing. **Meat Science**, v.100, p.209-216, 2015.

MUNGURE, T. E. *et al.* Effect of rigor temperature, ageing and display time on the meat quality and lipid oxidative stability of hot boned beef Semimembranosus muscle. **Meat Science**, v.114, p.146-153, 2016.

OBUZ, E. *et al.* Effects of blade tenderization, aging method and aging time on meat quality characteristics of Longissimus lumborum steaks from cull Holstein cows. **Meat Science**, v.96, p.1227-1232, 2014.

OUALI, A. & TALMANT, A. Calpains and calpastatins distribution in bovine, porcine and ovine skeletal muscles. **Meat Science**, v. 28, p. 331-348, 1990.

PARRISH, F. C. *et al.* Dry and Wet Aging Effects on Palatability Attributes of Beef Loin and Rib Steaks from Three Quality Grades. **Journal of Food Science**, v.56, p.601-603, 1991.

PASSETTI, R. A. C.; TORRECILHAS, J. A.; ORNAGHI, M. G. *et al.* Determinação da coloração e a disposição de compra pelos consumidores da carne bovina. **Pubvet**, v. 10, n. 2, p. 179-189, Fevereiro/2016.

PEARCE, K. L. *et al.* Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes — A review. **Meat Science**, v.89, p.111-124, 2011.

PETER, J. B.; BARNARD, R. J.; EDGERTON, V. R. *et al.* Metabolic Profiles of Three Fiber Types of Skeletal Muscle in Guinea Pigs and Rabbits. **Biochemistry**, v. 11, n. 14, p. 2627-2633, 1972.

ROSSER, B. W. C.; NORRIS, B. J.; NEMETH, P. M. Metabolic Capacity of Individual Muscle Fibers from Different Anatomic Locations. **Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, v. 40, n. 6, p. 819-825, 1992.

SAVAGE, A. W. J.; WARRISS, P. D.; JOLLEY, P. D. The amount and composition of the proteins in drip from stored pig meat. **Meat Science**, v.27, p.289-303, 1990.

SILVA, J. A.; PATARATA, L.; MARTINS, C. Influence of ultimate pH on bovine meat tenderness during ageing. **Meat Science**, v. 52, p. 453-459, 1999.

SITZ, B. M.; CALKINS, C. R.; FEUZ, D. M. *et al.* Consumer sensory acceptance and value of wet-aged and dry-aged beef steaks. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 1221-1226, 2014.

SMITH, A. M. *et al.* Retail yields and palatability evaluations of individual muscles from wet-aged and dry-aged beef ribeyes and top sirloin butts that were merchandised innovatively. **Meat Science**, v.97, p.21-26, 2014.

SMITH, R. D. *et al.* Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US Choice and US Select short loins. **Meat Science**, v.79, p.631-639, 2008

SOARES, K. M. P.; SOUZA, L. B.; SILVA, J. B. A. Coliformes totais e termotolerantes em bifes de carne bovina tratados com ácido láctico e lactato de sódio. **Revista Brasileira de Ciencia Veterinária**, v. 23, n. 3-4, p. 196-199, Junho/Dezembro/2016.

STENSTRÖM, H. *et al.* Consumer preference and effect of correct or misleading information after ageing beef longissimus muscle using vacuum, dry ageing, or a dry ageing bag. **Meat Science**, v.96, p.661-666, 2014.

VASCONCELOS, E. C.; ZAPATA, J. F. F.; FIGUEIREDO, E. A. A microbiota da carcaça e da carne ovina tratada com ácido acético, embalada a vácuo e maturada por 48 dias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 272-277, Setembro/Dezembro/2002.

WARREN, K. E. & KASTNER, C. L. A comparison of dry-aged and vacuum-aged beef strip loins. **Journal of Muscle Foods**, v. 3, p.151-157, 1992.

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida no Setor de Ciência e Tecnologia dos Produtos de Origem Animal, do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, localizada no município de Diamantina, Minas Gerais.

Utilizou-se corte cárneo originário do músculo do dianteiro bovino *semispinalis thoracis*, o qual comercialmente denominado por acém bovino (EUA: *Chuck roll*). A carne foi obtida a partir de desossa do dianteiro de 20 carcaças de bovinos da raça Nelore machos imunocastrados (castração química 70 dias antes do abate com Bopriva®), os quais abatidos em frigorífico comercial localizado em Campina Verde, Minas Gerais, o qual inspecionado pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF), do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasil, sendo suas atividades realizadas em conformidade com a legislação sanitária e de abate humanitário vigentes.

Os bovinos foram integralmente criados em pasto *Brachiaria* spp., sendo encaminhados ao abate com idade média de 24 meses e com peso vivo após jejum de, aproximadamente, 522Kg. Após jejum alimentar com duração de 24 horas, os animais foram mecanicamente insensibilizados, com pistola pneumática, e abatidos por sangria. As carcaças quentes obtidas foram resfriadas por 24 horas em temperatura de 0°C ( $\pm 1^\circ\text{C}$ ), por 24 horas. Após este período de resfriamento, as carcaças foram desossadas, momento no qual foram obtidos os cortes cárneos com peso de, aproximadamente, 2000g. Estes cortes foram embalados em películas de polietileno, a vácuo, e imediatamente transportados em caixas isotérmicas ( $0 \pm 1^\circ\text{C}$ ) para o local de realização desta pesquisa. Uma vez recepcionados, os cortes foram imediatamente desembalados, sendo nestes realizado toalete para a remoção de tecidos conjuntivos e adiposos excessivos e também para proporcionar às peças formato mais próximo o possível de um paralelepípedo. Após este preparo, os cortes foram pesados, identificados e aspergidos com solução aquosa de ácido acético glacial 2% (v/v) (SILVA *et al.* 2001). Posteriormente, metade das peças foi aleatoriamente destinada à maturação a vácuo (*wet-ageing*) e a outra metade aleatoriamente destinada à maturação a seco (*dry-ageing*).

Esta pesquisa foi conduzida em delineamento inteiramente casualizado, distribuído em esquema fatorial ( $2 \times 5 \times 4$ ), sendo 2 técnicas de maturação (a vácuo e a seco), com 5 tempos de maturação (0, 7, 14, 21 e 28 dias), com 4 repetições.

A maturação foi realizada em câmara frigorífica ( $3 \times 2 \times 2$  metros), em temperatura de 3°C (KIM *et al.*, 2016) e com umidade relativa do ar de 69% ( $\pm 4,5\%$ ).

Temperatura e umidade relativa do ar foram diariamente monitoradas durante o período experimental.

Para a maturação a vácuo, os cortes cárneos foram embalados a vácuo em películas de polietileno e dispostas em estantes de aço inoxidável, as quais dispostas dentro da câmara fria, durante os tempos mencionados. Uma vez por dias as peças foram viradas e uma vez por semana foram redistribuídas nas estantes para se minimizar o efeito ambiente no interior da câmara sobre o processo de maturação.

Para a maturação a seco, os cortes cárneos permaneceram sobre grades de aço inoxidável AISI 304, as quais alocadas sobre bandeijas de polietileno. Estes conjuntos (corte cárneo, grade e bandeija) foram mantidos em estantes de aço posicionados perpendicularmente à saída de ar resfriado da câmara fria (Figura 1). A metodologia utilizada foi adaptada de Kim *et al.* (2016). Uma vez ao dia foi aspergida solução de ácido acético 2% (v/v) na superfície das carnes. Não foi utilizado controle de umidade na câmara.

**Figura 1** - Posicionamento das amostras maturadas pela técnica a seco.



Fonte: Arquivo pessoal.

Para se definir o corte cárneo a ser utilizado nesta pesquisa foram realizados pré-testes com a maturação de alguns cortes da carcaça bovina, a saber: lagarto (músculo *semitendinosus*) e paleta (músculos *infraspinatus* e *supraspinatus*). Estes músculos foram maturados por ambas as técnicas. Testaram-se, também, outras condições de maturação no

questo temperatura e disposição dos cortes na câmara fria. Foi observado que a utilização de temperaturas orbitando  $\pm 4^{\circ}\text{C}$  não foram viáveis nas condições da câmara fria, uma vez que, devido ao manejo diário dos cortes causa oscilação na temperatura no interior da câmara. Esta oscilação resultou no aumento da temperatura interna o favoreceu o crescimento microbiológico na superfície dos cortes. A utilização de ganchos de aço inoxidável também foi avaliada na técnica de maturação a seco. Foi observado que a disposição dos cortes pendurados nestes ganchos propiciou maior contato de microrganismos através do orifício no qual o gancho traspassou (Figura 2). A utilização dos ganchos não se torna viável uma vez que parte do corte teve de ser retirado devido à contaminação gerada. Apesar de não ter sido realizada estatística nestes pré-testes foi observado aumento na perda de material não comestível (casca) de 17,44% em relação aos cortes mantidos em prateleira para a técnica de maturação a seco. Quanto aos cortes utilizados, observou-se que a paleta não apresenta forma geométrica adequada para a realização da técnica de maturação a seco. Devido sua forma achatada, a proximidade do interior geométrico da peça e a superfície ressecada se apresentam muito pequena, o que pode aumentar o risco de contaminação da peça como um todo. O lagarto e o acém apresentaram boas respostas nos pré-testes, tanto para os parâmetros de qualidade como de formato geométrico, em especial o lagarto. Os pré-testes evidenciaram a necessidade de utilização de solução sanitizante para peças que possuem a superfícies irregulares (como o acém). A escolha do músculo *semispinalis thoracis* foi baseada na utilização de um músculo do dianteiro bovino que se adequasse as condições da câmara fria e das técnicas de maturação.

O pH dos cortes foi mensurado com pHmetro marca MS Tecnopon, modelo mPA-210 e combinado com o eletrodo de pH tipo espada marca Analion modelo V627C e devidamente calibrado com os solução tampão de pH 4 e 7 à  $25^{\circ}\text{C}$ .

Análises colorimétricas foram realizadas utilizando-se colorímetro Chroma Meter CR-400 (Konica Minolta, Japão), empregando iluminante D65 e geometria 45/0. Os valores de cor foram expressos no sistema CIELAB. Luminosidade ( $L^*$ ), componente vermelho ( $a^*$ ) e componente amarelo ( $b^*$ ) foram diretamente mensurados no centro geométrico das amostras, as quais 30 minutos de exposição ao ar atmosférico, sendo a peça oxigenada nas partes cortadas e analisadas. Calculou-se o croma (C) pela equação:  $C = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ , sendo  $a^*$  o componente vermelho e  $b^*$  o componente amarelo, admitindo-se que quanto maior o croma, mais intensa a

**Figura 2** – Resultado da utilização de ganchos na pendura do corte lagarto (*semitendinosus*) durante a maturação a seco.



Fonte: Arquivo pessoal.

cor ou maior a saturação (KONICA MINOLTA SENSING, 2007; AMSA, 2012). O matiz, ou tonalidade cromática, foi calculado pela equação do ângulo Hue ( $H^\circ$ ):  $H^\circ = \arctan b^*/a^*$ , sendo  $a^*$  o componente vermelho e  $b^*$  o componente amarelo. Os dados foram interpretados no quadrante angular no qual:  $H^\circ = 0$  representa o vermelho puro;  $H^\circ = 90$  representa o amarelo puro;  $H^\circ = 180$  representa o verde puro; e  $H^\circ = 270$  representa o azul puro (KONICA MINOLTA SENSING, 2007; AMSA, 2012).

Determinou-se a capacidade de retenção de água (CRA%) em frações de 0,5g dos cortes cárneos maturados. Esta fração foi disposta entre duas folhas de papel filtro e estas entre duas placas de vidro (12x12x1cm), sendo sobre elas aplicado peso de 10 kg por 5 min (YANCEY & APPLE, 2011). A capacidade de retenção de água foi calculada pela relação do peso final e inicial das amostras, sendo o resultado expresso em percentual.

Para se determinar a perda de peso por cocção frações com, aproximadamente, 100g foram embaladas em folha metalizada com a face de maior brilho voltada para o interior e depois dispostas em chapa de aquecimento de dupla face tipo grill pré-aquecido a 180°C. Os bifes foram assados até que fosse atingida a temperatura interna de 72°C sendo em seguida retirados do grill. Após este processo as amostras foram desembaladas das folhas metalizadas e resfriadas em condições ambientes. A temperatura interna da peça foi monitorada com termômetro digital, marca Minipa, modelo MV-370. Após este procedimento a amostra foi

pesada novamente e o seu valor foi expresso em porcentagem e calculado na seguinte fórmula:  $PPC (\%) = [1 - (\text{peso final}/\text{peso inicial})] \times 100$ .

A força de cisalhamento foi determinada por texturômetro (modelo TA.XT2 plus®, Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, Reino Unido) acoplado com lâmina de cisalhamento retangular padrão Warner-Bratzler com espessura de 1,016mm e com lâmina de 3,05mm. Os dados (picos positivos máximos) foram obtidos empregando-se o programa Exponent Lite versão 5.1 (Stable Micro Systems). O equipamento foi calibrado com peso padrão de 5kg e a velocidade de descida e corte do dispositivo programada em 200 mm.minuto<sup>-1</sup>. Velocidade de pré-teste, de teste e de pós-teste de 2 mm.segundo<sup>-1</sup> e a distância de penetração de 15 mm. Para o procedimento foram utilizadas as amostras remanescentes da análise da perda de peso por cozimento, previamente resfriadas a 4°C, por 24 horas. Destas amostras foram obtidas sub-amostras em forma de paralelepípedos 1 x 2 x 4 cm (altura, largura e comprimento, respectivamente), as quais dispostas no equipamento com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina. Os resultados foram expressos em Newton (AMSA, 2012).

Para se determinar o rendimento das técnicas de maturação, os cortes cárneos foram pesados no dia inicial do processamento e a cada tempo utilizado para a maturação. Antes de cada pesagem os cortes foram secos com papel toalha. O rendimento foi calculado pela relação entre o peso inicial e o peso em cada tempo de maturação:  $\text{Rendimento de maturação}\% = (\text{Peso inicial} - \text{Peso final})/\text{Peso inicial}$ . Os resultados foram expressos em percentual de rendimento.

Para se determinar o rendimento de fração comestível da maturação a seco obteve-se o peso total da peça, em cada tempo de maturação, e o peso remanescente de cada peça após a remoção da crosta, ou casca:  $\text{Rendimento fração comestível} = (\text{Peso inicial} - \text{Peso final})/\text{Peso inicial}$ . O resultado foi expresso em percentual.

Teores de umidade, resíduo mineral fixo, proteína e gordura foram quantificados conforme os protocolos da AOAC (1995). A proteína bruta foi quantificada pela análise de nitrogênio pelo método micro de Kjeldahl, utilizando bloco digestor TE 007D (Tecnal Equip. p/ Laboratórios, Piracicaba, BR) e destilador de nitrogênio TE 036/1 (Tecnal Equip. para Laboratórios, Piracicaba, BR). O extrato etéreo foi extraído pelo método Soxhlet, com auxílio do extrator Soxhlet TE – 044-81/50 (Tecnal Equip. p/ Laboratórios, Piracicaba, BR). A umidade foi determinada em estufa TE 394/2 (Tecnal Equip. p/ Laboratórios, Piracicaba, BR) a 105°C até peso constante e as cinzas foram determinadas por incineração em mufla M15-200-3 (Ind. Com. Fornos Magnus Ltda, Belo Horizonte, BR) a 550°C. As análises foram



realizadas em duplicata e a média foi utilizada na análise estatística, os resultados foram expressos em g/100g.

Foram realizadas análises microbiológicas para determinação do número mais provável de coliformes totais (35°C) e de coliformes termotolerantes (45°C) na superfície dos cortes. Para tal foram utilizados moldes estéreis e *swabs* para realização de esfregação de superfície em área total de 30 cm<sup>2</sup> na superfície da carne. Diluições seriadas foram realizadas em solução salina 0,85% (p/v). Para a enumeração de coliformes totais (35°C) alíquotas e 1,0mL de diluições apropriadas foram inoculadas em tubos contendo caldo lauril sulfato triptose (Merck, São Paulo, Brasil), os quais incubados em estufa microbiológica a 35°C por 24 a 48 horas. Após leitura, dos tubos com reação positiva foram repicadas alíquotas de, aproximadamente, 0,1mL para tubos contendo Caldo EC (Merck, São Paulo, Brasil), os quais incubados em banho-maria a 45°C por 24 a 48 horas. Os resultados para coliformes totais (35°C) e para coliformes termotolerantes (45°C) foram expressos em Número Mais Provável por centímetro quadrado (NMP.cm<sup>-2</sup>) (SILVA et al., 1997).

Para se verificar o efeito do tempo de maturação em cada uma das técnicas de maturação (a vácuo e a seco) foi utilizada ANOVA para verificar efeito significativo da interação entre os fatores e para os efeitos significativos, utilizou-se o desdobramento através da análise de regressão pelo programa *Statiscal Analysis System* (SAS Institute). Para se comparar as técnicas de maturação entre si (a vácuo e a seco), em cada tempo, aplicou-se o teste de Tukey, com 5% de probabilidade, utilizando-se o programa *Statiscal Analysis System* (SAS Institute).

## 5 RESULTADOS

Na tabela 1 são apresentados os efeitos de tempo, tratamento e interação entre tempo e tratamento para os parâmetros de qualidade, microbiológicos e bromatológicos. Foi observado efeito significativo do tratamento nos parâmetros de  $b^*$  ( $P = 0,0009$ ), matiz ( $P = 0,0002$ ), capacidade de retenção de água ( $P = 0,0001$ ), rendimento total e resíduo mineral fixo ( $P = 0,0045$ ). O tempo foi significativo para os parâmetros de  $b^*$  ( $P = 0,0435$ ), matiz ( $P = 0,0050$ ), perda de peso por cocção ( $P = 0,0150$ ), capacidade de retenção de água ( $P = 0,0020$ ), Coliformes 35 e 45°C ( $P = 0,0001$  e  $P = 0,0003$  respectivamente) e rendimento total ( $P = 0,0001$ ). Houve efeito de interação para os parâmetros de  $a^*$  ( $P = 0,0037$ ), croma ( $P = 0,0034$ ), perda de peso por cocção ( $P = 0,0277$ ), capacidade de retenção de água ( $P = 0,0002$ ), coliforme 45°C ( $P = 0,0180$ ) e rendimento total ( $P = 0,0001$ ). Os parâmetros  $a^*$ , coliforme 45°C e perda de peso por cocção não apresentaram significância após a aplicação do desdobramento da interação pela regressão.

**Tabela 1:** Efeito das interações de tratamento e tempo dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos, bromatológicos e de rendimento da carne maturada proveniente do músculo *semispinalis thoracis*.

Especificações	Média	P- valor Tratamento	P- valor Tempo	P- valor Interação
$a^*$	16,04	0,3376	0,0600	0,0037
$b^*$	5,47	0,0009	0,0435	0,1485
L	37,72	0,0069	0,2882	0,7885
Croma	17,05	0,9573	0,1288	0,0034
Matiz	18,82	0,0002	0,0050	0,2452
pH	5,44	0,6372	0,1780	0,2809
PPC	69,80	0,0095	0,0150	0,0277
CRA	65,59	0,0001	0,0020	0,0002
FC	8,35	0,0124	0,1195	0,6661
Coli 35°C	4,17 Log	0,2732	0,0001	0,9271
Coli 45°C	3,11 Log	0,0688	0,0003	0,0180
Rend. Total	80,95	0,0001	0,0001	0,0001
Umidade	30,95	0,3154	0,9622	0,7447
Gordura	2,58	0,6944	0,2999	0,5702
RMF	1,28	0,0045	0,3925	0,9664
Proteína	26,59	0,5168	0,5620	0,3566

FC: força de cisalhamento, PPC: perda de peso por cocção, CRA: capacidade de retenção de água, RMF: resíduo mineral fixo, Coli 35°C/45°C: coliformes, Rend. Total: rendimento total.

Nas tabelas 2 e 3 são apresentadas as médias das características de qualidade da carne proveniente do músculo bovino *semispinalis thoracis* maturado pelas técnicas a vácuo e a seco. Não foi observado ( $P > 0,05$ ) efeito do tempo de maturação da carne, pela técnica a

seco, na luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho ( $a^*$ ), intensidade de amarelo ( $b^*$ ), croma, matiz ( $H^\circ$ ), pH, força de cisalhamento, perda de peso por cocção e capacidade de retenção de água. Para a carne maturada pela técnica a vácuo não foi observado ( $P>0,05$ ) efeito do tempo de maturação na luminosidade ( $L^*$ ), intensidade de vermelho ( $a^*$ ), intensidade de amarelo ( $b^*$ ), matiz ( $H^\circ$ ), pH, força de cisalhamento e perda de peso por cocção. Entretanto, para esta técnica de maturação, foram observados ( $P<0,05$ ) efeitos de interação no croma e na capacidade de retenção de água (Figura 3). Foi observada menor capacidade de retenção de água no tempo 14 dias. Observou-se maior e menor valores para croma aos 14 dias e 7 dias, respectivamente.

Nas tabelas 2 e 3 e na figura 3 são apresentados os rendimento da maturação, para as técnicas a seco e a vácuo, o rendimento da fração comestível de carne maturada pela técnica de maturação a seco. Para maturação a seco foi observado ( $P<0,05$ ) no tempo 28 dias o menor rendimento de fração comestível e o menor rendimento total.

As equações obtidas pela análise de regressão para os parâmetros que apresentaram interação entre tempo e tratamento podem ser observadas na figura 3.

Nas tabelas 2 e 3 são apresentados os resultados da enumeração de coliformes totais ( $35^\circ\text{C}$ ) e coliformes termotolerantes ( $45^\circ\text{C}$ ) na superfície dos cortes maturados e os resultados observados dos parâmetros bromatológicos. Não foram observadas ( $P>0,05$ ) variações significativas nas densidades destes grupos microbianos. Não foram observadas ( $P>0,05$ ) variações nos teores dos parâmetros bromatológicos com o passar do tempo de maturação.

**Tabela 2** - Características de qualidade, rendimento, composição centesimal e aspectos microbiológicos da carne proveniente do músculo bovino *semispinalis thoracis* maturado pela técnica de maturação a seco.

Especificações	Tempo (dias)					DV±
	0	7	14	21	28	
L*	35,82	38,62	37,52	34,99	34,06	3,26
a*	18,12	15,36	15,57	16,06	16,58	1,95
b*	4,96	6,65	4,83	3,26	2,8	2,13
Matiz	15,26	23,97	17,08	11,06	8,83	7,48
Croma	18,8	16,79	16,34	16,37	16,99	1,97
pH	5,5	5,37	5,39	5,43	5,56	0,13
FC (N)	86,8	68,5	83,9	77,2	61,1	1,42
PPC (%)	29,38	32,72	29,62	18,5	28,13	7,69
CRA (%)	69,82	69,18	66,79	76,59	69,01	5,56
RFC (%)	100	83,27	59,85	66,27	60,36	16,52
Rend. Total (%)	100	73,13	49,14	50,01	42,13	22,75
Coli. 35°C (Log)	4,36	4,46	2	2	4,01	16513,91
Coli. 45°C (Log)	2,69	3,97	2	2,13	2	4787,30
Umidade (g/100g)	74,49	69,98	69,08	65,57	67,46	4,59
RMF (g/100g)	1,36	1,35	1,28	1,41	1,50	0,16
Gordura (g/100g)	0,53	1,78	1,22	4,65	3,91	3,16
Proteína (g/100g)	25,25	29,62	28,28	25,02	26,30	3,26

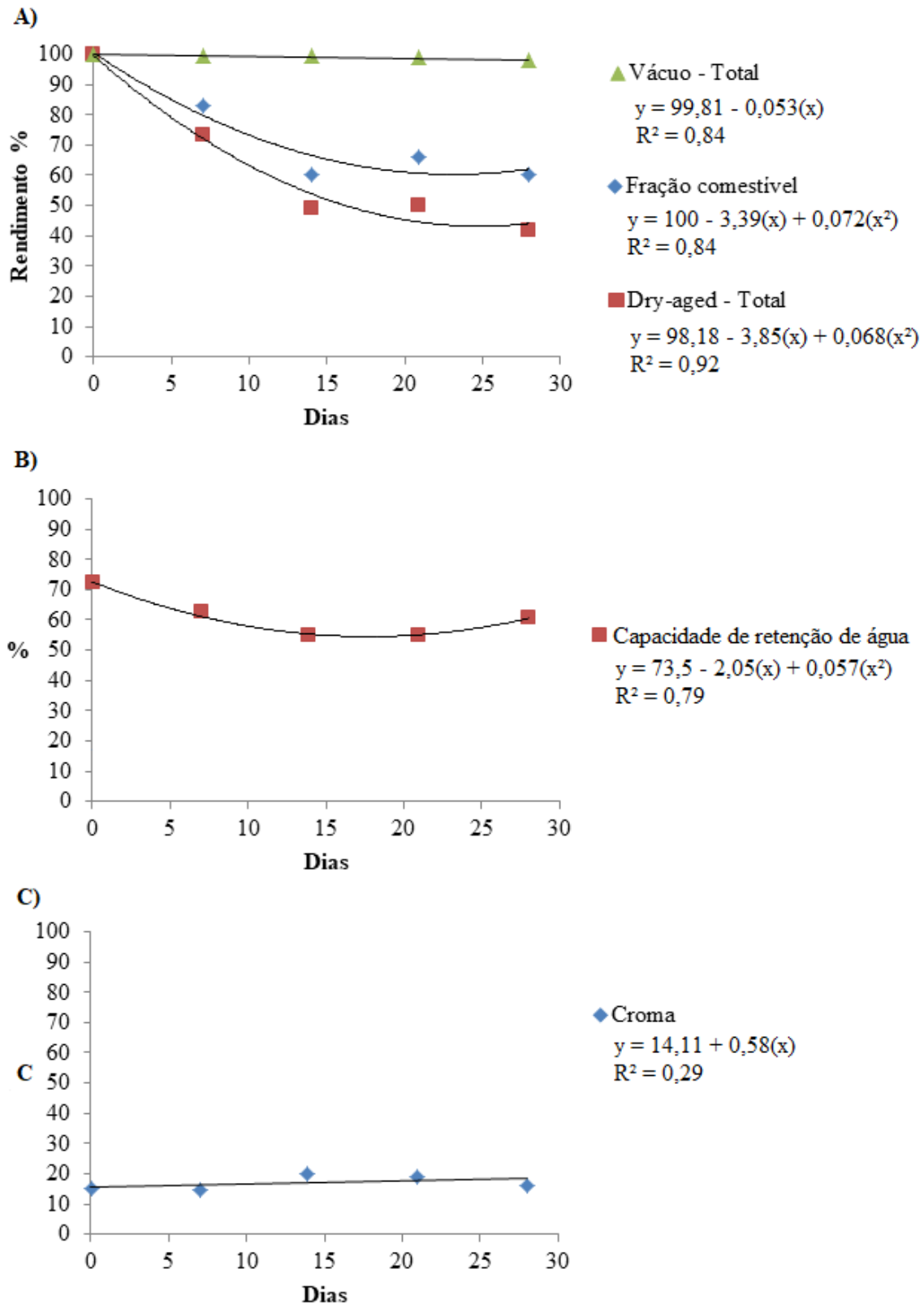
FC: força de cisalhamento, PPC: perda de peso por cocção, CRA: capacidade de retenção de água, RFC: rendimento da fração comestível, RMF: resíduo mineral fixo.

**Tabela 3** - Características de qualidade, rendimento, composição centesimal e aspectos microbiológicos da carne proveniente do músculo bovino *semispinalis thoracis* maturado pela técnica de maturação a vácuo.

Especificações	Tempo (dias)					DV±
	0	7	14	21	28	
L*	40,12	40,15	38,89	40	37	3,27
a*	13,66	13,38	18,92	17,38	15,37	2,81
b*	6	6,39	7,09	7,38	5	1,57
Matiz	25	25,37	20,33	23,32	17,95	5,31
Croma	15,12	14,64	20,24	18,97	16,17	2,90
pH	5,6	5,47	5,34	5,41	5,34	0,17
FC (N)	91,9	100	113,6	82,8	79,8	2,41
PPC (%)	27,95	34,4	28,84	31,43	40,96	6,36
CRA (%)	72,06	62,5	54,37	54,91	60,72	7,42
Rend. Total (%)	100	99,12	99,15	98,75	98,07	0,65
Coli. 35°C (Log)	4,46	4,55	2	2	4,25	18387,96
Coli. 45°C (Log)	2,66	3,27	2	2,11	2	1530,05
Umidade (g/100g)	69,77	69,55	69,91	72,70	68,21	6,45
RMF (g/100g)	1,22	1,12	1,06	1,25	1,22	0,23
Gordura (g/100g)	2,37	2,5	2,91	3,34	2,58	1,86
Proteína (g/100g)	26,52	25,60	26,73	26,32	26,23	2,58

FC: força de cisalhamento, PPC: perda de peso por cocção, CRA: capacidade de retenção de água, RMF: resíduo mineral fixo.

**Figura 3** – Comportamento do rendimento total, rendimento da fração comestível (técnica a seco/dry-aged), capacidade de retenção de água (vácuo) e croma (vácuo) da carne proveniente do músculo bovino *semispinalis thoracis* maturado pelas técnicas de maturação a seco e vácuo.



Nas tabelas 4 e 5 são apresentadas as comparações entre as médias das características de qualidade observadas, composição centesimal, rendimentos e aspectos microbiológicos na carne maturada pela técnica a vácuo e a seco durante todo o processo de maturação.

Não foi observada diferença ( $P > 0,05$ ) entre os métodos de maturação para os parâmetros de luminosidade ( $L^*$ ), pH, força de cisalhamento, umidade, resíduo mineral fixo, gordura e coliformes ( $35^{\circ}\text{C}$  e  $45^{\circ}\text{C}$ ) durante os 28 dias de maturação.

A intensidade de vermelho foi superior para a técnica de maturação a seco no dia zero (18,12) e no dia 14 superior na técnica a vácuo (18,92). A intensidade de amarelo foi superior no dia 21 para a técnica a vácuo (7,38). O croma apresentou o mesmo comportamento observado na intensidade de vermelho, sendo os maiores valores observados nos dias 0 e 14 para as técnicas a seco (18,80) e a vácuo (20,24). A técnica de maturação a vácuo apresentou valores superiores de matiz nos dias 0 e 21 (25,00 e 23,33 respectivamente), nos demais dias não foram observadas diferenças entre as técnicas de maturação. Os parâmetros de perda de peso por cocção e capacidade de retenção de água foram superiores para a técnica de maturação a seco. Os dias 21 e 28 apresentaram as menores perdas (81,45% e 71,87% respectivamente). Para a CRA, os dias 14, 21 e 28 apresentaram os maiores valores observados (66,79; 76,59 e 69,01% respectivamente). O rendimento total foi superior para a técnica a vácuo para os dias 7, 14, 21 e 28 variando entre 99,12 (dia 7) até 98,07 (dia 28). A proteína foi a única variação observada entre os parâmetros bromatológicos. No dia 7 a técnica a vácuo apresentou os maiores teores de proteína com valores em média de 29,62%.

**Tabela 4:** Comparação entre as técnicas de maturação para os parâmetros físico-químicos da carne proveniente do músculo *semispinalis thoracis* durante tempo de maturação.

Itens	L	a*	b*	C	H°	pH	PPC (%)	CRA (%)	FC (N)	Rendi. (%)
0 Dias										
Seco	35,82	18,12 <sup>A</sup>	4,32	18,80 <sup>A</sup>	15,26 <sup>B</sup>	5,50	70,62	69,77	86,8	100
Vácuo	40,12	13,66 <sup>B</sup>	4,96	15,12 <sup>B</sup>	25,00 <sup>A</sup>	5,60	72,05	72,06	91,9	100
DV±	3,66	2,71	1,34	2,29	7,01	0,16	2,27	2,84	9,4	0
7 Dias										
Seco	38,62	15,36	6,65	16,79	23,97	5,40	67,28	69,18	68,5	73,13 <sup>B</sup>
Vácuo	40,15	13,38	6,39	14,65	25,37	5,47	65,60	62,50	96,9	99,12 <sup>A</sup>
DV±	3,03	2,40	1,20	2,48	5,01	0,09	4,35	5,42	23,5	14,63
14 Dias										
Seco	37,52	15,57 <sup>B</sup>	4,83	16,34 <sup>B</sup>	17,08	5,39	70,38	66,79 <sup>A</sup>	83,9	49,14 <sup>B</sup>
Vácuo	38,90	18,92 <sup>A</sup>	7,09	20,24 <sup>A</sup>	20,34	5,34	71,16	54,37 <sup>B</sup>	113,6	99,15 <sup>A</sup>
DV±	2,56	2,10	2,03	2,53	4,65	0,08	8,26	7,89	30,6	27,45
21 Dias										
Seco	34,99	16,06	3,26 <sup>B</sup>	16,42	11,06 <sup>B</sup>	5,43	81,45 <sup>A</sup>	76,59 <sup>A</sup>	77,2	50,01 <sup>B</sup>
Vácuo	36,64	17,38	7,38 <sup>A</sup>	18,97	23,33 <sup>A</sup>	5,41	68,57 <sup>B</sup>	54,91 <sup>B</sup>	82,8	98,75 <sup>A</sup>
DV±	3,67	2,13	2,56	2,31	8,14	0,10	9,23	13,22	18,8	26,86
28 Dias										
Seco	34,0	16,58	2,8	16,99	8,83	5,56	71,87 <sup>A</sup>	69,01 <sup>A</sup>	61,1	41,13 <sup>B</sup>
Vácuo	37,4	15,37	5,0	16,18	17,95	5,34	59,04 <sup>B</sup>	60,72 <sup>B</sup>	77,8	98,07 <sup>A</sup>
DV±	4,49	2,17	2,46	2,40	7,83	0,24	7,73	4,71	15,6	30,0

FC: força de cisalhamento, PPC: perda de peso por cocção, CRA: capacidade de retenção de água. Médias, na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 5:** Comparação entre as técnicas de maturação para os parâmetros bromatológicos e microbiológicos da carne proveniente do músculo *semispinalis thoracis* durante todo o tempo de maturação.

Itens	Umidade (g/100g)	Gordura (g/100g)	RMF (g/100g)	Proteína (g/100g)	Coli 35 °C (UFC/cm <sup>2</sup> )	Coli 45 °C (UFC/cm <sup>2</sup> )
0 Dias						
Seco	70,08	1,58	1,33	26,52	4,36 Log	2,70 Log
Vácuo	69,77	1,16	1,36	25,25	4,46 Log	2,66 Log
DV±	6,61	0,96	0,17	2,64	14558	211
7 Dias						
Seco	67,98	2,50	1,29	25,60 <sup>B</sup>	4,56 Log	3,97 Log
Vácuo	69,55	1,78	1,35	29,62 <sup>A</sup>	4,46 Log	3,28 Log
DV±	3,50	1,95	0,20	2,99	10134	6645
14 Dias						
Seco	69,08	2,91	1,28	26,73	2 Log	2 Log
Vácuo	69,91	1,22	1,28	28,28	2 Log	2 Log
DV±	4,37	2,45	0,09	3,90	0	0
21 Dias						
Seco	68,07	3,34	1,33	26,32	2 Log	2,13 Log
Vácuo	72,70	1,98	1,41	25,02	2 Log	2,13 Log
DV±	4,04	1,13	0,16	3,19	0	67,58
28 Dias						
Seco	67,46	16,37	1,50	20,83	4 Log	2 Log
Vácuo	68,21	2,59	1,22	26,23	4,25 Log	2 Log
DV±	7,60	18,66	0,26	8,63	18455	0

RMF: resíduo mineral fixo, Coli 35 °C / Coli 45 °C: coliformes. Médias, na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## 6 DISCUSSÃO

Os valores de pH, não influenciados pelo tempo ou pela técnica de maturação, estiveram compreendidos dentro do intervalo de 5,4 e 5,7, o qual desejável para a carne bovina (COOMBES *et al.*, 2014; DEVINE *et al.*, 1993; THOMPSON, 2002).

Os rendimentos de fração comestível (maturação a seco) e totais (maturação a seco e a vácuo) foram influenciados pelo tempo de maturação. Para a carne maturada pela técnica a seco, o rendimento de fração comestível apresentou equação quadrática para o tempo de maturação ( $y = 0,072x^2 - 3,39x + 100$ ) obtendo o menor valor para o dia 14 (59,85%). Para o rendimento total, no dia 7, 14, 21 e 28 os cortes cárneos maturados pela técnica a seco apresentaram o menor rendimento. Li *et al.* (2014) e Smith *et al.* (2014) observaram que carnes maturadas pela técnica a seco apresentem maiores perdas devido à dessecação do corte cárneo e à formação da camada ressecada (“casca”), a qual, por não ser palatável, deve ser extraída. Na carne maturada pela técnica a vácuo, observou-se redução linear do rendimento total ( $y = 99,81 - 0,053x$ ), sendo menores médias observadas no tempo 28 dias de maturação. Segundo Hodges *et al.* (1974), variações no rendimento total de carnes maturadas a vácuo são pequenas devido, sendo, em média, de até 1% (p/p). Estes pesquisadores atribuíram este fato à eficiência das películas utilizadas em reduzir as perdas de umidade do produto para o ambiente. Quando comparado o rendimento total entre as técnicas de maturação observou-se na maturação a seco os menores rendimentos totais, o que se justifica pela dessecação natural dos cortes cárneos maturados, a qual se somou à extração da fração não comestível.

O pH e a intensidade da proteólise estão entre os fatores que interferem na capacidade de retenção de água (GONÇALVEZ *et al.*, 2004; HUFF-LONERGAN e LONERGAN, 2005; VERMA e SAHOO, 2000). A influencia do pH na capacidade de retenção de água ocorre quando o pH cai após o período de *post-mortem* e tende a se aproximar do ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares (pI ~pH = 5,0). Ao atingir o ponto isoelétrico, as cargas elétricas das proteínas miofibrilares são neutralizadas e as moléculas exibem elevada hidrofobicidade (GONÇALVEZ *et al.*, 2004; HAM, 1961). Nesta pesquisa os valores médios do pH na carne maturada por ambas técnicas e por diferentes tempos foram superiores ao ponto isoelétrico, não sendo, por esta razão, justificada a redução na capacidade de retenção de água (CRA) para a carne submetida à maturação a vácuo. De acordo com Huff-Lonergan e Lonergan (2005), a proteólise das proteínas citoesqueléticas, como a desmina, pode interferir na capacidade de retenção de água da carne. Estes autores



mencionaram que a proteólise destas proteínas contribui para que a água expelida dos espaços intramiofibrilares permaneça dentro do miócito. Ainda conforme estes autores, a reduzida proteólise de proteínas que ligam a miofibrila à membrana celular, como a desmina, há encolhimento do miócito, resultando em maior perda por gotejamento.

O croma (C) representa a vivacidade e intensidade da cor da carne (AMSA, 2012). Aroeira *et al.* (2016) observaram correlação entre o croma (C) e níveis de concentração de oximioglobina na carne bovina maturadas a vácuo, as quais expostas por 30 minutos ao ar atmosférico, após a retirada da embalagem (*bloom*). O *bloom* faz parte da metodologia da avaliação de cor nas carnes maturadas a vácuo e tem como base a oxigenação da mioglobina na superfície do corte (LEE *et al.*, 2008). Em contato com oxigênio a mioglobina pode mudar seu estado para oximioglobina, sem alteração na valência do  $Fe^{2+}$ , o qual possuiu uma coloração vermelho/cereja brilhante (PASSETTI *et al.*, 2016). De acordo com Ledward (1992) (*apud* Lee *et al.*, 2008) e Vitale *et al.* (2004), o *bloom* depende da disponibilidade, da difusão e da taxa de consumo de oxigênio. Ledward (1992) (*apud* Lee *et al.*, 2008) observaram que carnes maturadas a vácuo por várias semanas tem o efeito *bloom* mais rápido e intenso do que a carne não maturada, devido a perda de atividade de enzimas que consomem oxigênio. Não apenas a depleção desta atividade enzimática é observada no decorrer do tempo de maturação. Conforme Aroeira *et al.* (2016), Okeeffe e Hood (1982) e Tang *et al.* (2005), há também redução na atividade de respiração mitocondrial devido à depleção/degradação de enzimas e coenzimas, resultando na diminuição da taxa de consumo de oxigênio e no aumento dos níveis de oximioglobina em carnes maturadas a vácuo, ao longo do período de maturação. Segundo Aroeira *et al.* (2016) a intensidade de vermelho ( $a^*$ ) e a intensidade de amarelo ( $b^*$ ) variam conforme a presença de oximioglobina. Desta maneira, o croma observados nesta pesquisa, para a carne maturada pela técnica a vácuo, podem ser relacionados ao efeito *bloom* anteriormente mencionado acima, uma vez que a variação dos valores apresentou comportamento linear ( $y = 14,11 + 0,58x$ ).

Segundo Abularach *et al.* (1998), a intensidade de vermelho é considerada baixa quando  $a^* < 14,83$  e como alta quando  $a^* > 29,27$ . No dia 0, a técnica a vácuo apresentou menor intensidade de vermelho (13,86) sendo considerada como baixa e a técnica a seco apresentou valores (18,12) considerados normais. No dia 14, apesar da diferença entre as técnicas de maturação, os valores observados encontram-se na faixa como normais como demonstrado por Abularach *et al.* (1998).

A intensidade de amarelo foi maior para a maturação a vácuo no período de 21 dias de maturação. Segundo Insausti *et al.* (1999) existe uma certa dificuldade em explicar as

variações neste parâmetro. Autores consultados na literatura apresentaram variações na intensidade de amarelo, contudo, sem explicar uma causa diretamente relacionada às alterações (IRURUETA *et al.*, 2008; JOHN *et al.*, 2005). Contudo, Andrade *et al.* (2010) observou correlação entre a luminosidade ( $L^*$ ) e o teor de amarelo ( $b^*$ ), uma vez que a luminosidade está relacionada diretamente a capacidade de retenção de água (CRA) do corte. Este autor atribui a capacidade de retenção de água como sendo fator crucial na alteração da intensidade de amarelo de forma que, quanto menor a capacidade de retenção de água, maior a intensidade de amarelo. Foi observado, nesta pesquisa, que comportamento semelhante ao observado por Andrade *et al.* (2010), sendo verificado no tempo de maturação 21 dias maiores intensidade de amarelo ( $b^*$ ) e menores capacidade de retenção de água (CRA). Abularach *et al.* (1998), ao pesquisarem a cor da carne bovina, consideraram que valores normais estão compreendidos entre  $3,4 < b^* < 8,28$ . Portanto, embora tenha sido observada nesta pesquisa variação significativa na intensidade de amarelo ( $b^*$ ) para a carne maturada pela técnica a vácuo, há de se considerar que os valores permaneceram dentro do intervalo considerado como normal por Abularach *et al.* (1998).

A capacidade de retenção de água maior na carne maturada a seco, em comparação à carne maturada a vácuo também foram observadas por Laster *et al.* (2008) e Li *et al.* (2013). De acordo com Juárez *et al.* (2011) quanto menor a quantidade de água presente em um corte cárneo, menor será a perda de peso por cozimento, devido a menor quantidade de água previamente disponível para que esta perda aconteça. Nesta pesquisa, a dessecação da carne maturada a seco pode ser ilustrada por seu menor rendimento total, efeito da dessecação e da extração da fração não comestível. Portanto, por este produto ter apresentado menos umidade, apresentaria, também, menor perda de peso por cocção, quando comparada a carne a vácuo (JUÁREZ *et al.*, 2011).

As densidades populacionais de coliformes totais e termotolerantes na superfície dos cortes cárneos não foram influenciadas pela técnica de maturação e nem pelo tempo de maturação. Durante a manipulação analítica não foram verificados odores típicos de deterioração microbiana em nenhum dos cortes. Conforme Campbell *et al.* (2001) carnes maturadas pela técnica a seco apresentam baixas contagens microbianas, as quais proporcionadas pelas baixas temperaturas do processo e pela dessecação superficial (baixa atividade de água). Somada a isto, a aplicação de ácidos orgânicos, como o ácido acético utilizado nesta pesquisa, é eficiente para preservar a qualidade microbiológica da carne (GODDARD *et al.*, 1996; SOARES *et al.*, 2016; VASCONCELOS *et al.*, 2002).

Não foram observadas diferenças ( $P > 0,05$ ) na força de cisalhamento entre as técnicas a seco e a vácuo, o qual os dados observados encontram-se de acordo com a literatura (LEPPER-BLILIE *et al.*, 2016; SMITH *et al.*, 2008; SITZ *et al.*, 2014). A força de cisalhamento não foi influenciada pelos tempos de maturação utilizados nesta pesquisa, o que pode ser atribuído ao pH da carne, favorável à atividade de enzimas endógenas envolvidas no amaciamento natural. Segundo Béltran *et al.* (1997) a atividade de enzimas proteolíticas pode ser influenciada com a alteração do pH de forma que, enzimas do complexo calpaína (calpaínas  $\mu$  e  $m$ ) apresentam atividades ótimas com pH próximos de 7. Para Kanawa e Takahashi (2002), as enzimas do complexo calpaína podem ser inativadas com pH 5,5 a 5,8. Considerando estas informações, os valores de pH da presente pesquisa apresentaram-se entre os valores citados acima e possivelmente influenciaram a força de cisalhamento ao longo do período estudado. É comum que haja redução significativa na força de cisalhamento de carnes no decorrer do tempo de maturação (KOOHMARAIE *et al.*, 2002). Entretanto, isto não foi observado nesta pesquisa. Provavelmente, o tempo máximo de 28 dias não tenha sido suficiente para reduzir significativamente a força de cisalhamento do corte cárneo pesquisado (*semispinalis thoracis*) ou, o maior teor de tecido conectivo natural deste corte do dianteiro bovino, comparado aos cortes usualmente pesquisados, sejam obstáculo a reduções significativas. Neste contexto, McCormick (1994) relataram que a maior proporção de tecido conectivo em um corte repercute em sua maior força de cisalhamento. Provavelmente, o teor de tecido conectivo dos cortes do dianteiro bovino imponham limites à redução na força de cisalhamento da carne durante a maturação.

Embora não tenha havido, em ambas as técnicas, redução significativa na força de cisalhamento da carne do músculo *semispinalis thoracis* ao longo do tempo há de se considerar que, conforme o sistema MIRINZ, as carnes tiveram melhoras em sua avaliação quanto à força de cisalhamento. Bickerstaffe *et al.* (2001) avaliaram a força de cisalhamento da carne bovina utilizando o sistema de avaliação MIRINZ. Estes autores estabeleceram, com auxílio de painel sensorial, limites para os parâmetros de aceitabilidade na maciez relacionada à força de cisalhamento. Os limites foram definidos como: muito macia ( $< 5,0$  Kgf), macia ( $5,0 - 7,9$  Kgf), aceitável ( $8,0 - 10,9$  Kgf), dura ( $11,0 - 14,9$  Kgf) e muito dura ( $\geq 15$  Kgf). Comparando-se os dados da presente pesquisa com esta escala observa-se que a carne maturada a seco apresentou evolução da categoria de maciez aceitável ( $8,0 - 10,9$  Kgf) para macia ( $5,0 - 7,9$  Kgf), pois apresentou força de cisalhamento de  $6,11 \text{ Kgf/cm}^2$  ( $61,1 \text{ N}$ ) no tempo 28 dias de maturação. A carne maturada a vácuo evoluiu da categoria de carne dura ( $11,0 - 14,9$  Kgf) para a categoria de carne de aceitável ( $8,0 - 10,9$  Kgf).

Não foram encontradas na literatura relações entre o teor de resíduo mineral fixo e a maturação da carne. Contudo, os teores observados na presente pesquisa encontram-se dentro dos valores normais para a carne (1 – 2%) (GEAY *et al.*, 2001).

Como considerações finais considera-se que maturar a carne do músculo *semispinalis thoracis* pela técnica a vácuo apresenta como benefícios melhora na categoria MIRINZ na força de cisalhamento. Aspectos negativos incluem instabilidade na coloração da carne o que pode interferir na aceitação pelo consumidor. Maturar a carne do músculo *semispinalis thoracis* pela técnica a seco apresenta, como benefícios redução na força de cisalhamento de acordo com o sistema MIRINZ de avaliação, estabilidade da coloração da carne, capacidade de retenção de água e perda de peso por cocção aceitáveis. Aspectos negativos incluem o baixo rendimento total devido à dessecação do carne conciliada a grande quantidade de tecidos conectivos característicos da carne proveniente do músculo *semispinalis thoracis*. Recomenda-se maturar a carne a vácuo pelo tempo de 28 dias e a carne maturada a seco por 21 dias, uma vez que para esta ultima técnica, a força de cisalhamento não se diferencia na categoria MIRINZ do dia 21 e do dia 28.

## 7 CONCLUSÃO

Conclui-se que maturar a carne proveniente do músculo do dianteiro bovino *semispinalis thoracis* pela técnica a seco, durante 21 dias promove melhoria na categoria de maciez da carne, conforme Sistema MIRINZ, estabilidade na coloração da carne, sem ocasionar alterações significativas nos parâmetros de qualidade da carne. A maturação deste corte cárneo pela técnica a vácuo, durante 28 dias, torna a carne mais macia, conforme as categorias apresentadas pelo sistema MIRINZ.

## 8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABULARACH, M. L. S.; Características de qualidade do contrafilé (*m. L. dorsi*) de touros da raça Nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, 1998.

AMSA. 1995. Research Guidelines for cookery, Sensory Evaluation and Instrumental Measurements of Fresh Meat. American Meat Science Association and National Livestock and Meat Board, Chicago, IL.

ANDRADE, P. L. *et al.* Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1791-1800, 2010.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**, AOAC International, ed. 16, p. 1025, 1995.

AROEIRA, C. N. *et al.* Effect of freezing prior to aging on myoglobin redox forms and CIE color of beef from Nellore and Aberdeen Angus cattle. **Meat Science**, v. 125, p.16-21, 2017.

BELTRÁN, J. A. *et al.* Effect of stress-induced high post-mortem pH on protease. **Meat Science**, v.45, n.2, p.201-207, 1997.

BICKERSTAFFE, R.; BEKHIT, A. E. D.; ROBERTSON, L. J. *et al.* Impact of introducing specifications on the tenderness of retail meat. **Meat Science**, v. 73, p. 303-315, 2001.

CAMPBELL, R. E.; HUNT, M. C.; LEVIS, P. *et al.* Dry-aging effects on palatability of beef longissimus muscle. **Journal of Food Science**, v. 66, n. 2, p. 196-199, 2001.

COOMBES, S.V. *et al.* The impact of beef cattle temperament assessed using flight speed on muscle glycogen, muscle lactate and plasma lactate concentrations at slaughter. **Meat Science**, v.98, p.815-821, 2014.

DEVINE, C. E. *et al.* The effect of growth rate and ultimate pH on meat quality of lambs. **Meat Science**, v.35, p.63-77, 1993.

GEAY, Y. *et al.* Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development**, v.41, p.1-26, 2001.

GODDARD, B. L.; MIKEL, W. B.; CONNER, D. E. *et al.* Use of Organic Acids To Improve the Chemical, Physical, and Microbial Attributes of Beef Strip Loins Stored at -1°C for 112 Days. **Journal of Food Protection**, v. 59, n. 8, p. 849-853, 1996.

GONÇALVEZ, L. A. G. *et al.* Efeitos o sexo e do tempo de maturação sobre a qualidade da carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.3, p.459-467, 2004.

HAMM R. Biochemistry of meat hydration. Institut für Chemie und Physik, Bundesforschungsanstalt für Fleischwirtschaft, Kuimbach, Federal Republic of Germany. **Advances in Food Research**, v.10, p.355-463, 1960.

- HODGES, J. H.; CAHILL, V. R.; OCKERMAN, H. W. Effect of vacuum packaging on weight loss, microbial growth and palatability of fresh beef wholesale cuts. **Journal of Food Science**, v. 39, p.143-146, 1974.
- HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S. M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat Science**, v. 71, p. 194-204, 2005.
- INSAUSTI, K. *et al.* Colour stability of beef from different Spanish native cattle breeds stored under vacuum and modified atmosphere. **Meat Science**, v.53, p.241-249, 1999.
- IRURUETA, M. *et al.* Effect of aging on the characteristics of meat from water buffalo grown in the Delta del Paraná region of Argentina. **Meat Science**, v.79, p.529-533, 2008.
- JOHN, L. *et al.* Color and thiobarbituric acid values of cooked top sirloin steaks packaged in modified atmospheres of 80% oxygen, or 0.4% carbon monoxide, or vacuum. **Meat Science**, v.69, p.441-449, 2005.
- JUÁREZ, M. *et al.* Effects of dry-ageing on pork quality characteristics in different genotypes. **Meat Science**, v.88, p.117-121, 2011.
- KANAWA, R.; TAKAHASHI, K. Inactivity of  $\gamma$ -calpain throughout *post mortem* aging of meat. **Journal of Food Science**, v.67, p.635-638, 2002.
- KIM, Y. H. B.; KEMP, R.; SAMUELSSON, L. M. Effects of dry-aging on meat quality attributes and metabolite profiles of beef loins. **Meat Science**, v. 111, p. 168-176, 2016.
- KOOHMARAIE, M. & GEESINK, G. H. Contribution of postmortem muscle biochemistry to the delivery of consistent meat quality with particular focus on the calpain system. **Meat Science**, v. 74, p. 34-43, 2006.
- LASTER, M. A. *et al.* Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer sensory attribute evaluations of steaks from ribeyes, strip loins, and top sirloins from two quality grade groups. **Meat Science**, v.80, p.795-804, 2008.
- LEPPER-BLILIE, A. N. *et al.* Effects of post-mortem aging time and type of aging on palatability of low marbled beef loins. **Meat Science**, v.112, p.63-68, 2016.
- LI, X. *et al.* Meat quality, microbiological status and consumer preference of beef gluteus medius aged in a dry ageing bag or vacuum. **Meat Science**, v.95, p.229-234, 2013.
- LI, X.; BABOL, J.; BREDIE, W. L. P. *et al.* A comparative study of beef quality after ageing longissimus muscle using a dry ageing bag, traditional dry ageing or vacuum package ageing. **Meat Science**, v. 97, p. 433-442, 2014.
- LEE, M. S. *et al.* Influence of vacuum-aging period on bloom development of the beef gluteus medius from top sirloin butts. **Meat Science**, v.80, P.592-598, 2008.
- LEDWARD, D. A. Color of raw and cooked meat. London: Royal Society of Chemistry, 1992.

McCORMICK, R. J. The flexibility of the collagen compartment of muscle. **Meat Science**, v.36, n. 1, p.79-91, 1994.

O'KEEFFE, M. & HOOD, D. E. Biochemical factors influencing metmyoglobin formation on beef from muscles of differing colour stability. **Meat Science**, v.7, p. 209-228, 1982.

PASSETTI, R. A. C. *et al.* Determinação da coloração e a disposição de compra pelos consumidores da carne bovina. **Pubvet**, v. 10, n. 2, p. 179-189, Fevereiro/2016.

SILVA, J. A.; SOARES L. F.; COSTA, E. L. Sanitização de carcaças de frango com soluções de ácidos orgânicos comerciais e suco de limão - **Revista TeC Carnes** - pesquisa Campinas, SP, v.3, n.1, p.19-26, 2001.

SILVA, N. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. Valéria Christina Amstalden - São Paulo : Livraria Varela, p31, 1997.

SITZ, B. M.; CALKINS, C. R.; FEUZ, D. M. *et al.* Consumer sensory acceptance and value of wet-aged and dry-aged beef steaks. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 1221-1226, 2014.

SMITH, A. M. *et al.* Retail yields and palatability evaluations of individual muscles from wet-aged and dry-aged beef ribeyes and top sirloin butts that were merchandised innovatively. **Meat Science**, v.97, p.21-26, 2014.

SMITH, R. D. *et al.* Dry versus wet aging of beef: Retail cutting yields and consumer palatability evaluations of steaks from US Choice and US Select short loins. **Meat Science**, v.79, p.631-639, 2008

SOARES, K. M. P.; SOUZA, L. B.; SILVA, J. B. A. Coliformes totais e termotolerantes em bifes de carne bovina tratados com ácido láctico e lactato de sódio. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 23, n. 3-4, p. 196-199, Junho/Dezembro/2016.

TANG, J. *et al.* Postmortem oxygen consumption by mitochondria and its effects on myoglobin form and stability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.1223-1230, 2005.

THOMPSON, J. Managing meat tenderness. **Meat Science**, v.62, p.295-308, 2002.

VASCONCELOS, E. C.; ZAPATA, J. F. F.; FIGUEIREDO, E. A. A microbiota da carcaça e da carne ovina tratada com ácido acético, embalada a vácuo e maturada por 48 dias. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 272-277, Setembro/Dezembro/2002.

VERMA, S. P.; SAHOO, J. Improvement in the quality of ground chevon during refrigerated storage by tocopherol acetate preblending. **Meat Science**, v.56, p.403-413, 2000.

VITALE, M. *et al.* Effect of aging time in vacuum on tenderness, and color and lipid stability of beef from mature cows during display in high oxygen atmosphere package. **Meat Science**, v.96, p.270-277, 2014.

YANCEY, J.W.S.; WHARTON, M.D.; APPLE, J.K. Cookery method and end-point temperature can affect the Warner–Bratzler shear force, cooking loss, and internal cooked color of beef longissimus steaks. **Meat Science**, v.88, n.1, p. 1-7, 2011.